

(11)Publication number : 07-311896
(43)Date of publication of application : 28.11.1995

(51)Int.Cl.

G08G 1/16
B60R 21/00
G01S 17/93
G05D 1/02

(21)Application number : 06-102388

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 17.05.1994

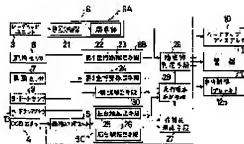
(72)Inventor : NIIBE TADAYUKI
ISHIKAWA TOSHIHIRO
OKUDA KENICHI
ADACHI TOMOHIKO
NAKAUE HIROSHI

(54) RUNNING WAY ESTIMATING DEVICE FOR AUTOMOBILE

(57)Abstract:

PURPOSE: To estimate a running way with high accuracy even when the estimated value by each estimation means is different from another when a running way estimating device has plural running way estimation means.

CONSTITUTION: This device has plural running way estimating means 6C and 6B. The reliability of the running ways estimated by the running way estimation means 6C and 6B is calculated by a reliability calculation means 27. Based on the reliability of the running ways, a running area is finally estimated by a running area estimation means 28.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3400092

[Date of registration]

21.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車の今後の走行路を推定する複数の走行路推定手段を備える自動車の走行路推定装置において、

上記各走行路推定手段により推定された走行路の信頼度を演算する信頼度演算手段と、

該信頼度演算手段の出力を受け、走行路の信頼度に基づいて、走行路を最終的に推定する走行領域推定手段を備えることを特徴とする自動車の走行路推定装置。

【請求項2】 走行路推定手段は、画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第1走行路推定手段で、左の白線部に基づいて走行路を推定する左白線推定手段と、右の白線部に基づいて走行路を推定する右白線推定手段とを備えるところの請求項1記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項3】 走行路推定手段は、さらに、車両状態量に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第2走行路推定手段を有するところの請求項2記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項4】 走行領域推定手段は、信頼度演算手段の出力を受け、推定された走行路の信頼度に基づいて上記各走行路推定手段により推定された走行路の重み付けを行い、その重み付けを考慮して、推定された走行路を平均化して走行領域を最終的に推定するものであるところの請求項1、請求項2又は請求項3記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項5】 走行領域推定手段は、信頼度演算手段の出力を受け、推定された走行路の信頼度を比較して信頼度の最も高い走行路を走行領域と推定するものであるところの請求項1、請求項2又は請求項3記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項6】 信頼度演算手段は、推定された走行路の変化率に基づいて、信頼度を演算するところの請求項1、請求項2又は請求項3記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項7】 信頼度演算手段は、推定された走行路の検出率に基づいて、信頼度を演算するところの請求項1、請求項2又は請求項3記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項8】 信頼度演算手段は、白線部を構成すると推測される白線候補点と画像処理によるスキャン範囲との比率に基づいて、信頼度の高いものを選択するところの請求項2記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項9】 信頼度演算手段は、自車と白線部との横方向の偏差の比較に基づいて、信頼度の高いものを選択するところの請求項2記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項10】 信頼度演算手段は、白線部を構成すると推測される白線候補点の数、自車と白線部との横方向の偏差に基づいて、信頼度を演算するところの請求項2

記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項11】 ヘッドランプの状態を検出する状態検出手段と、

該状態検出手段の出力を受け、ヘッドランプの状態に応じて、第1走行路推定手段により推定する走行領域を補正する領域補正手段とを備えるところの請求項2又は請求項3記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項12】 路面の平均輝度を検出する第1輝度検出手段と、

白線部の輝度を検出する第2輝度検出手段と、
上記第1及び第2輝度検出手段の出力を受け、白線部の輝度と路面の平均輝度との差が所定値よりも小さいときには第1走行路推定手段による推定を禁止する推定禁止手段とを備えるところの請求項2又は請求項3記載の自動車の走行路推定装置。

【請求項13】 CCDカメラを有し画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第1走行路推定手段を備え、該第1走行路推定手段が、左の白線部に基づいて走行路を推定する左白線推定手段と、右の白線部に基づいて走行路を推定する右白線推定手段とを有する自動車の走行路推定装置において、

上記左白線及び右白線推定手段の出力を受け、左右の白線部の変化率を検出する変化率検出手段と、
上記左白線及び右白線推定手段、変化率検出手段の出力を受け、左白線及び右白線推定手段による左右の白線部の曲率半径の絶対値が等しくかつ符号が異なり、左右の白線部の変化率により白線認識にエラーがないと判断されたとき、CCDカメラと道路との相対ピッチ角を補正するピッチ角補正手段とを備えることを特徴とする自動車の走行路推定装置。

【請求項14】 画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第1走行路推定手段を備え、該第1走行路推定手段が、左の白線部に基づいて走行路を推定する左白線推定手段と、右の白線部に基づいて走行路を推定する右白線推定手段とを有する自動車の走行路推定装置において、

車両状態量に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第2走行路推定手段と、

上記第1及び第2走行路推定手段の出力を受け、第1走行路推定手段による左右白線の推定値のうち一方の推定値が第2走行路推定手段による推定値に等しく、かつ他方の推定値を利用できないとき、上記一方の推定値について正否判定を行い、正しいときは第1走行路推定手段による上記一方の推定値を、正しくないときは第2走行路推定手段による推定値を優先させる走行領域推定手段とを備えることを特徴とする自動車の走行路推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、複数の走行路推定手段を有する自動車の走行路推定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、自車の操舵角や車速等の走行状態から自車が今後走行すると予測される走行路を推定する走行路推定手段を備え、レーダ装置の広範囲の走査で得られる情報の中から、上記走行路推定手段で予測される走行路に沿った領域内のもののみをピックアップし、自車と障害物とが接触する可能性を判断するものが知られている。

【0003】そのような走行路を推定する走行路推定手段としては、舵角、車速、ヨーレート等の車体状態量により走行路を推定するもの（例えば特公昭51-7892号公報参照）、画像処理装置を用いて画像処理により走行路を推定するもの（例えば特開平2-120910号公報参照）が知られている。

【0004】そして、画像処理によるものでは、通常、道路の左右両端に引かれた白線部を検出し、走行路端を認識することになるので、推定できる走行路の範囲が広く車両状態量によるものよりも、走行路を推定する上で有利である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、そのような画像処理によるものを用いる場合には、道路上の白線部の状態が著しく悪い場合や、もともと白線がない場合もある。それに加えて、白線部は左右にあることから、各々の推定段階でのエラーや実際の道路形状、車両の挙動等により、左右の白線部についての各推定結果が必ずしも一致しない状況が存在する。

【0006】また、前述したように、道路上の白線状態が著しく悪い場合やもともと白線部がない場合のバックアップとして、画像処理による走行路推定手段に対して、推定方法の異なる他の走行路推定手段（例えば車両状態量による走行路推定手段）を併用することも考えられるが、そのように推定方法の異なる複数の走行路推定手段を用いて走行路を推定する場合にも、やはり各推定結果が一致しない状況が存在する。

【0007】本発明はかかる点に鑑みてなされたもので、複数の走行路推定手段を有する場合に、各推定手段による推定値が異なる場合であっても、精度よく走行路を推定することができる自動車の走行路推定装置を提供せんとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、自車の今後の走行路を推定する複数の走行路推定手段とを備える自動車の走行路推定装置において、上記各走行路推定手段により推定された走行路の信頼度を演算する信頼度演算手段と、該信頼度演算手段の出力を受け、走行路の信頼度に基づいて、走行路を最終的に推定する走行領域推定手段を備える構成とする。

【0009】そして、請求項2に係る発明においては、走行路推定手段は、画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第1走行路推定手段で、左の白線部に基づいて走行路を推定する左白線推定手段と、右の白線部に基づいて走行路を推定する右白線推定手段とを備える。

【0010】請求項3に係る発明においては、走行路推定手段は、さらに、車両状態量に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第2走行路推定手段を有する。

【0011】請求項4に係る発明においては、走行領域推定手段は、信頼度演算手段の出力を受け、推定された走行路の信頼度に基づいて上記各走行路推定手段により推定された走行路の重み付けを行い、その重み付けを考慮して、推定された走行路を平均化して走行領域を最終的に推定するものである。

【0012】請求項5に係る発明においては、走行領域推定手段は、信頼度演算手段の出力を受け、推定された走行路の信頼度を比較して信頼度の最も高い走行路を走行領域と推定するものである。

【0013】請求項6に係る発明においては、信頼度演算手段は、推定された走行路の変化率に基づいて、信頼度を演算する。

【0014】請求項7に係る発明においては、信頼度演算手段は、推定された走行路の検出率に基づいて、信頼度を演算する。

【0015】請求項8に係る発明においては、信頼度演算手段は、白線部を構成すると推測される白線候補点と画像処理によるスキャン範囲との比率に基づいて、信頼度の高いものを選択する。

【0016】請求項9に係る発明においては、信頼度演算手段は、自車と白線部との横方向の偏差の比較に基づいて、信頼度の高いものを選択する。

【0017】請求項10に係る発明においては、信頼度演算手段は、白線部を構成すると推測される白線候補点の数、自車と白線部との横方向の偏差に基づいて、信頼度を演算する。

【0018】請求項11に係る発明においては、ヘッドランプの状態を検出する状態検出手段と、該状態検出手段の出力を受け、ヘッドランプの状態に応じて、第1走行路推定手段により推定する走行領域を補正する領域補正手段とを備える。

【0019】請求項12に係る発明においては、路面の平均輝度を検出する第1輝度検出手段と、白線部の輝度を検出する第2輝度検出手段と、上記第1及び第2輝度検出手段の出力を受け、白線部の輝度と路面の平均輝度との差が所定値よりも小さいときには第1走行路推定手段による推定を禁止する推定禁止手段とを備える。

【0020】請求項13に係る発明は、CCDカメラを

有し画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第1走行路推定手段を備え、該第1走行路推定手段が、左の白線部に基づいて走行路を推定する左白線推定手段と、右の白線部に基づいて走行路を推定する右白線推定手段とを有する自動車の走行路推定装置において、上記左白線及び右白線推定手段の出力を受け、左右の白線部の変化率を検出する変化率検出手段と、上記左白線及び右白線推定手段、変化率検出手段の出力を受け、左白線及び右白線推定手段による左右の白線部の曲率半径の絶対値が等しくかつ符号が異なり、左右の白線部の変化率により白線認識にエラーがないと判断されたとき、CCDカメラと道路との相対ピッチ角を補正するピッチ角補正手段とを備える構成とする。

【0021】請求項14に係る発明は、画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第1走行路推定手段を備え、該第1走行路推定手段が、左の白線部に基づいて走行路を推定する左白線推定手段と、右の白線部に基づいて走行路を推定する右白線推定手段とを有する自動車の走行路推定装置において、車両状態量に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定する第2走行路推定手段と、上記第1及び第2走行路推定手段の出力を受け、第1走行路推定手段による左右白線の推定値のうち一方の推定値が第2走行路推定手段による推定値に等しく、かつ他方の推定値を利用できないとき、上記一方の推定値について正否判定を行い、正しいときは第1走行路推定手段による上記一方の推定値を、正しくないときは第2走行路推定手段による推定値を優先させる走行領域推定手段とを備える構成とする。

【0022】

【作用】請求項1に係る発明によれば、各走行路推定手段により推定された走行路の信頼度が信頼度演算手段によって演算され、その結果により、各走行路推定手段により推定された走行路の信頼度に基づいて、走行領域推定手段によって走行領域が最終的に決定される。

【0023】請求項2に係る発明によれば、走行路推定手段は、画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定するように構成され、その場合、左右白線推定手段により推定された左右の白線部に基づいて走行路が推定される。

【0024】請求項3に係る発明によれば、第2走行路推定手段によって、車両状態量に基づき自車が今後走行すると予想される走行路が推定される。

【0025】請求項4に係る発明によれば、走行領域推定手段において、推定された走行路の信頼度に基づいて、各走行路推定手段により推定された走行路の重み付けを行い、その重み付けを考慮して、推定された走行路を平均化して走行領域を最終的に推定するものである。

【0026】請求項5に係る発明によれば、走行領域推定手段において、推定された走行路の信頼度が比較され、その結果に基づき、信頼度の最も高い走行路に基づき走行領域が推定される。

【0027】請求項6に係る発明によれば、信頼度演算手段において、推定された走行路の変化率に基づいて、信頼度が演算される。

【0028】請求項7に係る発明によれば、信頼度演算手段において、推定された走行路の検出率に基づいて、信頼度が演算される。

【0029】請求項8に係る発明によれば、信頼度演算手段において、白線部を構成すると推測される白線候補点と画像処理によるスキャン範囲との比率に基づいて、信頼度の高いものが、走行路として選択される。

【0030】請求項9に係る発明によれば、信頼度演算手段において、自車と白線部との横方向の偏差の比較に基づいて、信頼度の高いものが走行路として選択される。

【0031】請求項10に係る発明によれば、信頼度演算手段において、白線部を構成すると推測される白線候補点の数、自車と白線部との横方向の偏差に基づいて、信頼度が演算される。

【0032】請求項11に係る発明によれば、状態検出手段によってヘッドランプの状態が検出され、傾城補正手段によって、ヘッドランプの状態に応じて、第1走行路推定手段により推定する走行領域が補正される。

【0033】請求項12に係る発明によれば、第1及び第2輝度検出手段によって白線部の輝度と路面の平均輝度とが検出され、それらの輝度の差が所定値より小さいときは、推定禁止手段によって第1走行路推定手段による推定が禁止される。

【0034】請求項13に係る発明によれば、画像処理に基づき検出された左右の白線部の変化率が変化率演算手段によって演算され、第1走行路推定手段による左右の白線部の曲率半径の絶対値が等しくかつ符号が異なり、左右の白線部の変化率により白線認識にエラーがないと判断されたとき、ピッチ角補正手段によって、第1走行路推定手段のCCDカメラと道路との相対ピッチ角が補正される。

【0035】請求項14に係る発明によれば、第1走行路推定手段による左右白線の推定値のうち一方の推定値が第2走行路推定手段による推定値に等しく、かつ他方の推定値を利用できないとき、走行領域推定手段によって、上記一方の推定値について正否判定が行われ、正しいときは第1走行路推定手段による上記一方の推定値が、正しくないときは第2走行路推定手段による推定値が優先される。

【0036】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。本例は、本発明に係る自動車の走行路推定装置を

障害物検知装置に適用された例である。

【0037】自動車の全体を示す図1において、1は自動車で、その車体2の前面にレーダヘッドユニット3が設けられている。このレーダヘッドユニット3は、レーダ波としてのパルスレーザ光を発信部から自車の前方に向けて発信すると共に、前方に存在する先行車等の障害物に当たって反射して来る反射波を受信部で受信する構成になっており、走行路の障害物との距離を計測するものである。また、レーダヘッドユニット3は、その発信部から発信する、縦に細く垂直方向に扇状に拡がったパルスレーザ光（ビーム）を水平方向に比較的広角度で走査させるスキャン式のものである。

【0038】4は車室内上部に配設されたCCDカメラで、自車前方の情景（走行路）を所定範囲内で写し出すものであり、該カメラ4で写し出された自車前方の情景は、画像処理ユニット5に入力されて画像処理され、コントロールユニット6において道路の左右白線部に基づき走行路が推定されるようになっている。

【0039】また、コントロールユニット6には、図2に示すように、上記CCDカメラ4からの信号のほかに、レーザユニット3からの信号と共に、自車の車速を検出する車速センサ7、ステアリングハンドル8aの操舵角を検出する舵角センサ8及び自車が発生するヨーレートを検出するヨーレートセンサ9からの信号も入力され、それらの信号に基づいて、走行路状態がヘッドアップディスプレイ10に表示され、自車前方の障害物を検知すると、警報手段11が作動すると共に、車両制御装置12がブレーキ12aを作動させて各車輪に制動力を自動的に付与するようになっている。

【0040】13はヘッドランプの状態（即ちON/OFF、High/Low）を検出するヘッドランプスイッチである。

【0041】具体的に、図3に示すように、このレーダヘッドユニット3の信号は、コントロールユニット6の信号処理部21を通じて演算部22に入力され、該演算部22において、レーザ受信光の発信時点からの遅れ時間によって走査範囲内に存在する各障害物と自車との間の距離、及び障害物の自車に対する方向を演算するように構成されている。そして、信号処理部21及び演算部22により自車前方の所定領域内に存在する障害物を検出する障害物検出手段6Aが構成されている。

【0042】上記センサ7、8の検出信号は第1走行路推定手段23に入力され、該第1走行路推定手段23は、自車のステアリング舵角及び車速から自車が今後走行する予測される進行路を推定するようになっている。また、上記センサ7、8、9の検出信号は第2進行路推定手段24に入力され、該第2進行路推定手段24は、自車のステアリング舵角、車速及びヨーレートから自車が今後走行する予測される進行路を推定するようになっている。この第1及び第2進行路推定手段23、24

が、車両状態量に基づいて走行路（具体的にはその曲率半径）を推定する第2走行路推定手段6Bを構成している。

【0043】また、画像処理ユニット5からの信号は、自車前方の情景から自車が走行する道路（走行路）の左右の白線部を抽出して左右の白線部を推定する左白線推定手段25及び右白線推定手段26に入力され、それぞれ左白線及び右白線（具体的にはそれらの曲率半径）が推定される。左白線及び右白線推定手段25、26により、画像処理に基づいて走行路を推定する第1走行路推定手段6Cが構成されている。

【0044】そして、上記第1及び第2走行路推定手段6C、6Bからの信号が、信頼度演算手段27と共に走行領域設定手段28に入力される。信頼度演算手段27は、後述するようにより、走行路推定手段6C、6Bにより推定された走行路（進行路）の信頼度を演算するように構成されている。領域設定手段28は、走行路の信頼度に基づいて、進行路及び走行路（左右の白線部）から、これから自車が進行するであろうと推測される走行領域（障害物判断領域に対応）を最終的に推定するようになっている。

【0045】また、上記演算部22からの障害物情報及び走行領域設定手段28からの障害物判断領域情報が障害物判定手段29に入力され、該障害物判定手段29において、レーダヘッドユニット3で検出された障害物の回避必要度を、走行領域設定手段28によって設定された走行領域（障害物判断領域）において障害物判断を行い、回避の必要があると判断されれば、ヘッドアップディスプレイ10に表示されると共に、警報装置11により警報が発せられた後、車両制御装置12のブレーキ装置12aが自動的に作動するようになっている。

【0046】30は領域補正手段で、ヘッドランプスイッチ13よりの信号を受け、ヘッドランプの状態に応じて、第2走行路推定手段6Cにより推定する走行領域を補正するものである。また、具体的に図示していないが、領域補正手段30は、障害物判断距離、白線候補点の検出可能距離等に基づいても、第2走行路推定手段6Cにより推定する走行領域を補正するようになっている。

【0047】(1) 障害物検知装置による障害物検知の基本制御

以下、上記走行路推定装置が用いられる障害物検知装置による障害物検知の基本制御について説明する。

【0048】図4において、スタートすると、まず、ステップS1で、第1及び第2走行路推定手段6C、6Bにより走行路の推定が行われ、それから、ステップS2で、レーダヘッドユニット3により自車前方を認識し、障害物と推定されるもの（障害物情報）を検出する。

【0049】続いて、ステップS3で、ステップS1において推定された走行路から、領域設定手段28によ

て障害物判断領域となる走行領域が推定される。

【0050】それから、ステップS4で上記障害物判断領域に基づいて障害物情報のマスキングを行い、ステップS5で障害物判断を行う。上記ステップS3～S5の実行は、障害物判定手段29で行われる。

【0051】その後、ステップS6で必要であれば障害物回避制御を行い、リターンする。障害物回避制御は、例えば警報装置による警報、車両制御装置12のブレーキ12aで行われるが、具体的に図示していないが、自動操舵装置等によって行うようにしてもよい。

【0052】(2) ステップS1での走行路推定
① 走行路推定に用いる推定値を決定する基本制御

図5に示すように、まず、ステップ11において、逆光判定、即ち路面輝度に基づき逆光状態であるか否かを判定する。この判定の結果、逆光状態であれば、路面の輝度が上昇し、白線部と他の部分との識別が十分にできなくなるため、第1走行路推定手段6Cによって正確な走行路推定ができなくなるので、後述するように、第1走行路推定手段6Cによる推定値R1、Rrを採用することなく第2走行路推定手段6Bによる推定値R11、R12を採用することとなる。

【0053】逆光状態でなければ、ステップ12で、走行路推定手段6C、6Bにより走行路についての推定値(曲率半径)R1、Rr、R11、R12を算出し、それから、CCDカメラ4のピッチ角のエラー判定を行う(ステップS13)。この判定の結果、ピッチ角のエラーであれば、後述するように、第1走行路推定手段6Cによって正確な走行路推定ができなくなるので、後述するように、第1走行路推定手段6Cによる推定値R1、Rrを採用することなく第2走行路推定手段6Bによる推定値R11、R12を採用することとなる。

【0054】ピッチ角のエラーがなく、逆光状態でもなければ、第2走行路推定手段6Bによる走行路推定だけでなく、第1走行路推定手段6Cによる走行路推定が可能であり、複数の推定値が得られることから、どのようにして推定値を決定するかを決めるために、ステップS14では、第1走行路推定手段6Cによる走行路についての推定値R1、Rrのバラツキ、即ち推定値R1、Rr相互の差がしきい値 ΔR を越えるか否かが判定され、しきい値 ΔR を越えれば、バラツキが大きすぎていずれの推定値を信用しよいか判らないので、推定値R1、R

r、R11に基づき多数決で最終的に走行領域推定に使用する推定値を選定する(ステップS15)一方、しきい値 ΔR を越えなければ、走行路についての推定値R1、Rr、R11、R12の信頼度を検出し(ステップS16)、バラツキが小さく各推定値R1、Rr、R11、R12の信頼度も高いと考えられることから、ステップS15の多数決制御を行うことなく、信頼度に基づき最終的に走行領域推定に使用する推定値を算出する(ステップS17)。

【0055】以下、各ステップでの制御を具体的に説明する。

【0056】②ステップS11での逆光判定

具体的な制御は、図6に示すように、スタートすると、各画素の輝度を検出し(ステップS21)、それから白線部の輝度(平均輝度)CNT_h、路面部の輝度(平均輝度)CNT_rを検出し(ステップS22)、それから、白線部の輝度CNT_hと路面部の輝度CNT_rとの差が、所定値KHよりも小さいか否かを判定する(ステップS23)。

【0057】ステップS23での判定がYESの場合は、白線部と路面部との輝度の差が少なく路面全体が光っている逆光状態であると考慮されるので、第1走行路推定手段6Cによる走行路についての推定を禁止し、その推定値R1、Rrは使用しないこととし(ステップS24)、NOの場合は、逆光状態でないので、第1走行路推定手段6Cによる走行路についての推定を行い、その推定値R1、Rrを使用することとし(ステップS25)、リターンする。

【0058】③ステップS12での走行路についての推定値の算出

(i) 第2走行路推定手段6Bによる推定値の算出の基本制御

第1進行路推定手段23において、図7に示すサブルーチンに従って行われる。即ち、ステップS31で車速センサ5、舵角センサ6及びヨーレートセンサ7からの各信号を読み込んだ後、ステップS32でステアリング舵角 θ と車速 v_0 に基づいた第1の予測方法により自車の進行路が予測される。具体的に、進行路についての推定値R01(曲率半径)、 β 01(自車の横すべり角)が、下記の式により算出される。

【0059】

【数1】

$$R01 = (1 + A \cdot V0^2) \cdot L \cdot \frac{N}{\theta H}$$

$$\beta 01 = \frac{-1 + \frac{m}{2L} \cdot \frac{Lf}{Lr \cdot kr} \cdot V0^2}{1 + A \cdot V0^2} \cdot \frac{Lr}{L} \cdot \frac{\theta H}{N}$$

但し、A：スタビリティファクタ

N：ステアリングギヤ比

L：ホイールベース

Lf：車両重心と前輪との間の距離

Lr：車両重心と後輪との間の距離

m：車両質量

kr：後輪1輪当りのコーナリングパワー

続いて、ステップS33でヨーレート γ と車速V0とに基づいて、第2の予測方法により自車両の進行路が予測される。* 出される。

【0060】

具体的には、進行路についての推定値R02（曲率半

径）、 $\beta 02$ （自車の横すべり角）が、下記の式により算*

$$R02 = \frac{V0}{r}$$

$$\beta 02 = \beta 01 - m \cdot \frac{Lf^2 \cdot kr + Lr^2 \cdot kf}{2 \cdot L^2 \cdot A \cdot kf \cdot kr} \cdot \left(\frac{1}{R02} - \frac{1}{R01} \right)$$

$$= \beta 01 + \frac{Lf^2 \cdot kf + Lr^2 \cdot kf}{Lf \cdot kf - Lr \cdot kf} \cdot \left(\frac{1}{R02} - \frac{1}{R01} \right)$$

但し、R01、 $\beta 01$ ：数1で算出される推定値

kr：前輪1輪当りのコーナリングパワー

その後、ステップS34でステアリング舵角 θH の絶対値が所定角度 θc より小さいか否かが判定される。この判定がYESのときには、ステップS35で第2の予測方法により予測された進行路が選択され、進行路についての推定値R11（第1の進行路）にR02を設定すると共に、推定値 $\beta 11$ に $\beta 02$ を設定し、リターンする。

【0061】一方、上記ステップS34の判定がNOのとき、つまりステアリング舵角 θH が所定角度 θc より大きいときには、更にステップS36で第1の予測方法により予測された進行路についての推定値R01の絶対値と第2の予測方法により予測された進行路についての推定値R02の絶対値との大小が比較される。そして、第1の予測方法により予測された進行路についての推定値R01の方が小さいときには、ステップS37へ移行して、進行路についての推定値R11としてR01が採用されると共に、推定値 $\beta 11$ として $\beta 01$ が設定される一方、第2の予測方法により予測された進行路についての推定値R02の方が小さいときには、ステップS35へ移行して、進行路に

についての推定値R11にR02が設定されると共に、推定値 $\beta 11$ に $\beta 02$ が設定される。つまり、推定値（曲率半径）の小さい方が進行路として選択されることとなる。

【0062】また、第1進行路推定手段23はステアリング舵角 θH と車速V0とに基づき、第2進行路推定手段24はヨーレート γ と車速V0とに基づきそれぞれ進行路を推定し、自車の走行状態に応じて、いずれか一方の推定を用いるようになっているので、進行路の推定を適切に行うことができる。即ち、自車がカントを有する曲線道路上を旋回走行するときには、ステアリングハンドルを大きく操舵しなくても自車はカントにより旋回運動をすることから、ヨーレート γ に基づいて予測された進行路についての推定値R02が、ステアリング舵角 θH に基づいて予測された進行路についての推定値R01よりも小さくなる。このとき、ヨーレート γ に基づいて予測された進行路についての推定値R02を採用するので、カントに影響されることなく、進行路を適切に推定することができる。また、自車が急激な旋回走行をするとき、

大きな値となるステアリング舵角 θH に対応して、進行路についての推定値が $R1$ の小さいものと推定することとなり、急激な旋回運転にも充分に対応して進行路の推定を適切に行うことができる。

【0063】また、先行車両があるときは、次のようにして、第2の進行路を推定することもできる。

【0064】図8に示すように、スタートすると、まず、第2走行路推定手段6Bによって推定された進行路(推定値 $R11$)上に障害物があるか否かが判定される(ステップS41)。障害物があれば、続いて、障害物が移動物かつ第2走行路推定手段6Bによって推定された進行路上に一定時間以上(例えば3sec以上)存在したか否かが判定される(ステップS42)一方、存在していなければ、そのままターンする。

【0065】障害物が存在していれば、障害物が、第2走行路推定手段6Bによって推定された進行路上から外れたか否かを判定する(ステップS43)一方、存在していなければ、そのままする。

【0066】進行路から外れていれば、分岐路等があると考えられるので、先行車両の移動を監視するロックオンを開始し、それに基づいてその先行車両の進行路についての推定値 $R12$ (進行路の曲率半径)を算出し(ステップS44)、ステップS45に移行する一方、外れていなければ、そのままターンする。

【0067】ステップS45においては、ロックオン開始から一定時間経過したか否かを判定し、一定時間経過していれば、先行車両の移動を監視する必要がないので、ロックオンを解除する(ステップS46)、一定時間経過していなければ、ステップS47に移行し、先行車両の監視を継続する。

【0068】ステップS47においては、障害物が、進行路(曲率半径 $R11$)上に復帰したか否かを判定し、復帰しておれば、先行車両の移動を監視する必要がないので、そのままターンし、復帰していなければ、ステップS44に移行する。

【0069】ステップS45の判定においては、ロックオン開始から一定時間経過したか否かの判定に代えて、 $0.2G < V/R12$ であるか否かの判定を行うようにしてもよい。これは、自車が曲率半径 $R11$ の第1の進行路から曲率半径 $R12$ の第2の進行路に変換するにどれだけの横 G が発生するかを求め、その値が $0.2G$ を越えるか否かを判定している。

【0070】(i)第1走行路推定手段6Cによる推定値の算出の基本制

画像処理による走行路推定の処理の流れは、通常、図9に示すようになされる。尚、前提条件として、直線路では横すべり角が発生しないこと、直線路では白線部に対する車体姿勢角は微小なこと、曲線路では走行軌跡は車線を平行移動したものと考え、また、座標は、道路面上の車両を原点とし、車両の前後方向を y 軸、左右

方向を x 軸としたものを考える。

【0071】具体的には、まず、スタートと、画像データ(各画素の輝度 $CNT(x, y)$)が取り込まれ(ステップS51)、二値化のしきい値(THRESH)が設定される(ステップS52)、各画素の輝度がしきい値を越えるか否かで1又は0の二値化処理される(ステップS53)。即ち、 $CNT(x, y) > THRESH$ であれば、 $BW(x, y) = 1$ とする一方、 $CNT(x, y) \leq THRESH$ であれば、 $BW(x, y) = 0$ とするそれから、左右の白線部に対応するようCCDカメラ4による左右のスキャンウインドウの左右方向の幅が設定され(ステップS54)、それに続いて、自動車の前後方向に対応するスキャンピッチが設定される(ステップS55)、スキャンウインドウ内をスキャンピッチに従って走査し白線候補点即ち $BW(x, y) = 1$ である点の座標 $WP1x$, $WP1y$ 及び個数 $NWP-L1$ (左側のスキャンウインドウ内)、 $NWP-R1$ (右側のスキャンウインドウ内)が検出され(ステップS56)、逆透視変換により平面座標へ変換される(ステップS57)。変換後の白線候補点の座標は、 $WP2x$, $WP2y$ とする。

【0072】その後、自車が走行した後の白線部上の点として仮想候補点(座標 VPx , VPy 、個数 NVP)が設定され(ステップS58)、白線候補点、仮想候補点を用いて左右の白線部について最小二乗法による近似曲線($y = ax^2 + bx + c$)、具体的には左白線部についての2次曲線の係数 aL , bL , cL 、右白線部についての2次曲線の係数 aR , bR , cR が算出される(ステップS59)。

【0073】こので、路上障害物検出のため、より前方まで検出しないといけないという要求から、2次曲線($y = ax^2 + bx + c$)により白線部を近似しており、係数 aL , aR は、白線部2次近似曲線の曲率半径を $R1$ (Rr)とすると、 $a = 1/2R1$ ($1/2Rr$)となり、係数 bL , bR は白線部に対する車体姿勢角あるいは横すべり角、係数 cL , cR は車両中心から白線部までの横偏差量を表わすことになる。

【0074】そして、白線候補点と近似曲線の偏差(HEN)を算出し(ステップS60)、白線候補点を検定する(ステップS61)。即ち、しきい値 HEN_{max} を越える偏差 HEN の場合は、白線候補点から除外する。そして、検定後の白線候補点の数を、 $NWP-L2$, $NWP-R2$ とする。

【0075】その後、スキャンエリアの検定を行う(ステップS62)。即ち、検定後の白線候補点の数 $NWP-L2$, $NWP-R2$ がしきい値 $NWP-min$ (白線候補点数の下限値)より小さいか否かを判定し、小さければ、スキャンウインドウのリセット、即ちスキャンウインドウに関するパラメータを初期値にセットし(ステップS63)、リターンする一方、小さくなければ、スキャンウインドウの更新、即ち近似曲線から設定幅 $WDTH$ の位置にウインドウをセットし(ステップS64)、2次曲線

式の係数を出し(ステップS65)、リターンする。

【0076】③ステップS13でのCCDカメラのピッチ角のエラー判定の制御

図10に示すように、CCDカメラ4による画像処理により推定された左右の白線部RL, RRに基づく走行路についての推定値(曲率半径)R1, Rrの符号が反対で、それらの絶対値がそれらの平均値(曲率半径)Rxの絶対値と異なり、進行路R01についての推定値(曲率半径)R11が平均値Rxに略等しい状態では、CCDカメラのピッチ角のエラーであると判断されるので、その場合には、補正を行う必要がある。RL, RRは上り坂の状態を、RL', RR'は下り坂の状態をそれぞれ示す。

【0077】具体的な制御は、図11に示すように、スタートすると、まず、走行路(進行路)についての推定値R1, Rr, R11を読み込み(ステップS70)、左右の白線部に基づく走行路についての推定値(曲率半径)R1, Rrの絶対値が、それらの平均値(曲率半径)Rxの絶対値と異なり、進行路についての推定値(曲率半径)R11が平均値Rxに略等しいかを判定する(ステップS71)。ここで、略等しいとは、あるしきい値の範囲内で等しいという意味で、完全に一致するという意味ではない。以下、本明細書において同様である。

【0078】ステップS71の判定において、YESであれば、走行路の左右の白線部及び進行路についての推定値に基づく、自車Aと左右白線部との横方向の偏差である現在偏差εφの変化率が略等しいかを判定する(ステップS72)。一方、NOであれば、走行路の左右の白線部についての推定値は信頼できないと考えられるので、進行路についての推定値R11を優先して採用し(ステップS73)、リターンする。

【0079】それから、ステップS72の判定において、YESであれば、左右の白線部の曲率半径R1, Rrの絶対値が略等しく、かつ符号が反対であるかを判定する(ステップS74) 一方、NOであれば、白線認識にエラーがないことが明らかでないので、ステップS71の判定でNOであった場合と同様に、進行路についての推定値R11を優先して採用し(ステップS73)、リターンする。

【0080】ステップS74の判定において、YESであれば、白線認識にエラーがなく、ピッチ角のエラーであると推定されるので、カメラピッチ角を保存してピッチ角補正を行う(ステップS75) 一方、NOであれば、進行路についての推定値R11を優先して採用して、現在偏差の変化率による走行路幅を設定し(ステップS76)、リターンする。

【0081】ステップS75でのピッチ角補正の後、左右の白線部についての推定値R1, Rrが略等しいかを判定し(ステップS77)、略等しければ、ピッチ角補

正により白線認識にエラーがなくなったと判断されるので、左右の白線部についての推定値R1, Rrを優先して採用し(ステップS78)、リターンする一方、略等しくならなければ、ステップS79で繰返し数Nが設定数Nsであるかを判定し、繰返し数Nが設定数Nsでなければ、ステップS75に戻り、ピッチ角補正を繰り返す一方、繰返し数Nが設定数Nsになれば、ピッチ角のエラーではないと判断されるので、ピッチ角を元に戻し(ステップS80)、それから、ステップS76に移行する。

【0082】④信頼度に基づく推定値を決定する制御
図12に示すように、スタートすると、まず、画像処理により推定された走行路の左右の白線部に基づく曲率半径R1, Rr及びそれらの推定についての信頼度S1, Srを算出し(ステップS81)、それから、信頼度S1, Srのしきい値S01を設定する(ステップS82)。

【0083】その後、各曲率半径R1, Rrの信頼度S1, Srが共にしきい値S01よりも小さいか否かを判定し(ステップS83)、小さければ信頼性に劣るので、進行路に基づく曲率半径R11を採用し(ステップS84)、リターンする。一方、小さくなければ、続いて、各白線部R1, Rrの信頼度S1, Srが共にしきい値S01よりも大きいのか否かを判定し(ステップS85)、大きくなければ、信頼度S1, Srの高い方の曲率半径、即ちしきい値S01よりも大きい白線部の曲率半径を採用し(ステップS86)、リターンする。

【0084】また、共にしきい値S01よりも大きければ、次の式に基づき、信頼度S1, Srによる重み付けをして曲率半径を求め(ステップS87)、リターンする。

【0085】

【数3】

$$R = \frac{Sr \cdot Rr + S1 \cdot R1}{Sr + S1}$$

また、信頼度S1, Srによる重み付けをして曲率半径を求めるステップS87制御に代えて、図13に示すように、各白線部の曲率半径(推定値)についての信頼度S1, Srを比較し(ステップS88)、信頼度の高い方の曲率半径を用い(ステップS89, S90)、リターンするようにすることもできる。

【0086】続いて、信頼度を求める方法である具体例1〜3を説明する。

【0087】(i) 具体例1

左右それぞれの白線候補点の数NWP、白線候補点と近似曲線との偏差HENにより、次の式に基づいて信頼度を算出する。

【0088】

【数4】

17

$$S(r,1) = a \cdot NWP(L1, R1) + \frac{b \cdot NWP(L1, R1)}{\sum HEN1(L, R)}$$

18

但し、 S : 信頼度

NWP : 白線候補点の数

HEN : 白線候補点と近似曲線との横方向の偏差

a, b : 定数

(ii) 具体例 2

次の式で求められる曲率半径 (推定値) の変化率 K_h に基づいて、信頼度を段階的に決定する (図 14 参照)。 10

【0089】

【数5】

$$K_h = \frac{R_{t2} - R_{t1}}{t_2 - t_1}$$

但し、 K_h : 推定 R の変化率 R_{t1} : 時間 t_1 での推定 R t_1 : 時間

具体例 3

次の式に基づき、曲率半径 (推定値) の検出率により信頼度を算出する。 20

【0090】

【数6】

$$K_k = \frac{NWP}{SKE}, \quad S = a \cdot K_k$$

但し、 K_k : 推定 R の検出率

NWP : 白線候補点の数

SKE : スキャンエリア

S : 信頼度

a : 定数

また、上記図 13 に示す制御では、信頼度を直接的に比較することで信頼度の高い推定値を決定するようにしているが、信頼度の高い方の推定値 (曲率半径) を決める方法として、そのほか、次の具体例 4、5 に示すようにして、決定することもできる。

【0091】具体例 4

本例は、白線候補点/スキャン範囲の周期により判定するものである。 40

【0092】左右の白線部が、実線の白線 RL 、 RR ではなく、破線の白線 RL' 、 RR' であると、図 15 に示すように、スキャン範囲 W をうまく設定しないと、推定値が正確に求められないことからである。尚、白線候補点/スキャン範囲の値 JH は、次の式により求め、この周期が大きいときは無規則な変動のため周期が長くなっており、実線と考えられ、周期が小さいときは、白線部が一定間隔で配置されている破線であると考えられる。また、破線の場合は変化が大きいのて、実線よりも振幅が大きくなると考えられる。

【0093】

【数7】

$$JH = \frac{NWP}{SKE}$$

但し、 NWP : 白線候補点の数

SKE : スキャン範囲

具体的な制御の流れは、図 16 に示すように、スタートすると、まず、左右白線部についての上記値 JH の周期 $JH1$ T、 JHr T 及び振幅 $JH1$ B、 JHr B を算出し (ステップ S91)、右白線部についての上記値 JH の周期 JHr T がしきい値 $T1$ より小さくかつ振幅 JHr B がしきい値 $B1$ より大きいか否かを判定する (ステップ S92)。そして、その判定が YES であっても NO であっても、左白線部についての周期 $JH1$ T がしきい値 $T1$ より小さくかつ振幅 $JH1$ B がしきい値 $B1$ より大きいか否かを判定する (ステップ S93、S94)。

【0094】そして、ステップ S93において、YES であれば、左右の白線部が共にかなり間隔の大きい破線であると判断され、信頼度が低いと考えられるので、車両状態量による推定値を使用し、画像データは 1 次近似に変更し、車線幅の推定を行い、それらを使用し (ステップ S95)、リターンする一方、NO であれば、右白線部についての周期 JHr T がしきい値 $T1$ より小さくかつ振幅 JHr B がしきい値 $B1$ より大きいか否かを判定する (ステップ S96)。

【0095】ステップ S96 の判定において、YES であれば、周期 JHr T がしきい値 $T1$ より大きく又は振幅 JHr B がしきい値 $B1$ より小さく、周期 $JH1$ T がしきい値 $T1$ より小さくかつ振幅 $JH1$ B がしきい値 $B1$ より大きいので、白線部は実線と考えられ、左白線部の曲率半径 $R1$ を使用し (ステップ S97)、リターンする一方、NO であれば、左右の白線部の曲率半径 Rr 、 $R1$ を平均して推定値を決定し (ステップ S98)、リターンする。

【0096】一方、ステップ S94 の判定において、YES であれば、右白線部についての曲率半径 Rr を使用し (ステップ S98)、リターンする一方、NO であれば、左右の白線部の曲率半径 Rr 、 $R1$ を平均して、走行路推定に用いる曲率半径を決定し (ステップ S99)、リターンする。

【0097】具体例 6

50 本例は、現在偏差の比較により判定するものである。

【0098】具体的な制御の流れは、図17に示すように、スタートすると、各白線部について、現在偏差Bとt秒前の現在偏差B'の差を算出し(ステップS101)、それらの差が左右の白線部のいずれにおいて大きいかを判定し(ステップS102)、大きい方が信頼度が低いと判断されるから、右の白線部の方が大きい場合は、左の白線部についての曲率半径R1を採用し(ステップS103)、左の白線部の方が大きい場合は右の白線部についての曲率半径Rrを採用し(ステップS104)、リターンする。

【0099】また、上述した例はいずれも左右の白線部についての推定値の信頼度を算出するものであり、車両状態量による進行路推定による推定値は、車両挙動が定常状態においては信頼性が高く、過渡状態において信頼性が低いといえ、即ち信頼度はその変化率に依存するといえるので、次の図18に示すようにして、進行路についての推定値の信頼度を算出して利用することもできる。

【0100】図18において、スタートすると、まず、過去N回の推定値R11の平均値RAVEを算出し(ステップS103)、今回の推定値R11と平均値RAVEの差RSUBを算出する(ステップS102)。

【0101】

【数8】

$$RSUB = |R11 - RAVE|$$

それから、次の式に基づいて信頼度PTRを算出し(ステップS103)、リターンする。

【0102】

【数9】

$$PTR = 1 - (RSUB / R11)$$

⑤多数決により進行路を推定する場合の基本制御

スタートすると、図19に示すように、まず、先行車両の進行路である第2の進行路についての推定値R12についての出力があるか否かが判定される(ステップS111)。

【0103】第2の進行路についての推定値R12の出力があれば、推定値R12(曲率半径)の第2の進行路側にウィンカー信号が出力されているか否かが判定され(ステップS112)、ウィンカー信号が出力されていれば、推定値R12(曲率半径)の第2の進行路を優先し(ステップ*40

$$dR = dR \cdot TR + dL \cdot TL + 1(R11) + 1(R12)$$

但し、dR、dL:検知率($d \leq 1$)

TR、TL:遅延出力時間の係数($T \leq 1$)

即ち、スタートすると、走行路についての推定値R1、Rr、R11、R12を読み込み(ステップS131)、ウィンカー信号によりウィンカー操作があるか否かを判定し(ステップS132)、ウィンカー操作があれば、ウィンカー

*S113)、リターンする一方、ウィンカー信号が出力されていなければ、ステップS114に移行する。

【0104】一方、ステップS111で第2の進行路についての推定値R12の出力があれば、走行路及び進行路についての推定値R1、Rr、R11がすべて略等しいか否かを判定し(ステップS115)、すべてが略等しいければ、推定領域を広く確保できることから、走行路についての推定値R1、Rrを優先し(ステップS116)、リターンする。この場合の推定値の関係を図20に示す。

【0105】また、すべてが等しくなければ、走行路の左右白線部についての推定値R1、Rrが略等しく、進行路についての推定値R11がそれらと異なるか否かを判定する(ステップS117)。YESである場合(図21参照)は、ステップS116に移行する一方、NOであれば、ステップS118、S119に移行し、走行路の左右白線部についての推定値R1、Rrのいずれか一方のみが進行路についての推定値R11に等しいか否かを判定し、等しい場合(図22及び図23参照)は、等しい方の推定値R1(又はRr)を優先し(ステップS120、S121)、いずれも等しくなければ、進行路についての推定値R11を優先し(ステップS122)、リターンする。

【0106】また、ステップS114では、左右白線部についての推定値R1と進行路についての推定値R11が等しく、右白線部についての推定値Rrと第2の進行路についての推定値R12が等しく、かつそれらが等しくないという条件を満たすか否かが判定され、YESの場合(図24参照)は、ステップS120に移行する一方、NOの場合には、さらに、右白線部についての推定値Rrと進行路についての推定値R11が等しく、左右白線部についての推定値R1と第2の進行路についての推定値R12が等しく、かつそれらが等しくないという条件を満たすか否かが判定され(ステップS123)、YESの場合(図25参照)は、ステップS121に移行する一方、NOの場合には、多数決による選定がなされ(ステップS124)、リターンする。

【0107】また、図26に示すように、次に示す多数決判定式によって走行路を推定することもできる。

【0108】

【数10】

方向の走行路の推定値(曲率半径)を優先し(ステップS133)、リターンする一方、ウィンカー操作がなければ、ステップS134に移行し、画像検知率が50%を超えるか否かを判定する。

【0109】画像検知率が50%を越えれば、画像処理による第1走行路推定手段6Cによる推定値R1, Rrの侵害度が高いと考えられるので、多数決判定式により走行路を決定する(ステップS135)一方、50%を越えない場合には、曲率半径R11を優先し(ステップS136)、走行領域が設定され(ステップS137)、リターンする。

$$R_1 = \frac{R12 + R11 + dR \cdot TR \cdot Rr + dL \cdot TL \cdot R1}{1 + 1 + dR \cdot TR + dL \cdot TL}$$

(6) 補正制御

①ヘッドランプ・スイッチの状態によって、左右の白線部の推定範囲を変更する制御
ヘッドランプの点灯状態によって、白線部の検出状態が異なってくることを考慮したものである。

【0112】図27に示すように、スタートすると、ヘッドランプスイッチ13の位置を検出し(ステップS141)、ヘッドランプスイッチがOFFであるか否かを判定し(ステップS142)、YESの場合は、周囲環境が良好な昼間であると考えられるので、車体前方60mまで白線部データ(白線候補点)を検出して走行路推定を行い、車体前方120mまで予想して障害物判断領域を設定し、障害物判断する(ステップS143)、NOであれば、ヘッドランプ・スイッチがHigh位置であるかLow位置であるかを判定する(ステップS144)。

【0113】ステップS144での判定において、High位置であれば、車体前方40mまでの白線部データを検出して走行路推定を行い、車体前方60mまで予想して障害物判断領域を設定し、障害物判断する一方(ステップS145)、Low位置であれば、High位置にあるよりも車体前方は暗いので、車体前方20mまでの白線部データを検出して走行路推定を行い、車体前方40mまで予想して障害物判断領域を設定し、障害物判断する(ステップS146)。

【0114】また、図28に示すように、ヘッドランプがONであると、ヘッドライトの光りによる路面光りによって、本来の白線候補点P1～P4以外に、その路面光りの部分P5～P8を白線部RL, RRの白線候補点であると誤検知するおそれがあるので、この誤検知を回避するために、ヘッドランプのON/OFFにより、図29に示すように、車体前方部分には、白線部がないと考えられることから、その部分を、画像処理のための本来の左右のスキャンウインドウW11, W12(図28参照)から除いたスキャンウインドウW11', W12'を用いることにより、誤検知を防止するようにしている。

【0115】②白線候補点の検出距離に基づく補正
本例は、例えば図30に示す坂道の山頂付近等のように、本来白線候補点を検出して白線部RL, RRを検出する距離L11まで、白線候補点を検出できない場合の対策である。

【0116】図31に示すように、スタートすると、第

*【0110】そして、走行路を決定した後、走行路についての推定値(曲率半径)が計算され(ステップS138)、ステップS137を経て、リターンする。また、多数決判定式により決定するに代えて、次の式により、走行路を直接推定するようにすることもできる。

【0111】

【数11】

10 2走行路推定手段6Cにより推定された走行路の白線部についての推定値R1, Rr(曲率半径)及び第1走行路推定手段6Bにより推定された進行路についての推定値R11, R12(曲率半径)を読み込み(ステップS151)、それらの基づき前述した手法により走行路の推定を行う(ステップS152)。それから、走行路推定手段よりの信号に基づき現実白線候補点を検出することができる検出可能距離L11を算出し(ステップS153)、それから、該検出可能距離L11が、白線部(白線候補点)を検出すべきであると予め定められている設定距離Ls(しきい値)より小さいか否かを判定する(ステップS154)。

【0117】検出可能距離L1が設定距離Lsよりも小さい場合は、検出可能距離を越えて障害物が存在している可能性は低いと考えられるので、検出可能距離L11までは走行路推定手段により走行路の左右白線部についての推定値R1, Rrを優先し(ステップS155)、また、検出可能距離L1を越えると進行路についての推定値R11を優先して(ステップS156)、それぞ障害物判定領域を設定し(ステップS157)、リターンする。

【0118】③レーザデータによる補正
本例は、進行路推定手段による推定値半径及び走行路推定手段による推定値が全く異なる場合には、レーザデータユニットによって検出される構造物(例えば路側のリフレクタ、隣接車線の車両等)を利用して、いずれの推定値(曲率半径)が信頼できるかを判定するものである。

【0119】図32に示すように、スタートすると、まず、走行路の白線部についての推定値R1, Rr及び進行路についての推定値R11を読み込み(ステップS161)、それらの推定値R1, Rr, R11がすべて異なるか否かを判定する(ステップS162)。

【0120】すべての曲率半径が異なる場合には、N個以上の規則的なレーザレーダ・データがあるか否かを判定する(ステップS163)一方、そうでない場合は、システムを停止し(ステップS164)、制御を終了する。尚、レーザレーダ・データは、走行路が曲線であることも考慮すると、少なくともN=3個のレーザレーダ・データは必要である。

【0121】レーザレーダ・データがN個以上ある場合は、レーザデータ・レーダに基づく走行路の推定値(曲率半径)が、いずれかの推定値R1, Rr, R11に等し

いか否かを判定する(ステップS165)一方、レーザレーダ・データがない場合には、いずれの推定値(曲率半径)の信頼度が高いのか判定できないので、ステップS163に移行してシステムを停止する。

【0122】また、推定値(曲率半径)R1, Rr, R11のいずれかがレーザレーダ・データにより推定される推定値(曲率半径)に等しくない場合も、同様に、ステップS163に移行するが、推定値R1, Rr, R11のいずれかに等しい場合は、等しい推定値の信頼度が最も高いと判断してその推定値(曲率半径)を優先し(ステップS166～S168)、走行路推定を行い、それに基づき障害物判定領域を設定して(ステップS169)、リターンする。

【0123】例えば図33に示すように、推定値R1, Rr, R11がすべて異なる場合であっても、自車Aの前方のレーザデータD1～D4は推定値Rrと一致しているので、この場合は、推定値Rrが優先される。

【0124】④障害物判断距離に基づく補正

本例は、自車両の直前に当たる障害物判断距離内では走行路全体に亘って障害物判断をすることが望ましいが、障害物判断距離を越えれば、障害物判定領域を広く設定する必要がないことから、進行路推定による進行路に基づいて設定される領域であることを考慮したものである。

【0125】図34に示すように、スタートすると、まず、前述した手法に基づいて走行路が推定され(ステップS171)、それから、自車速、相対速度、路面摩擦係数により障害物判断距離L21を算出する(ステップS172)。尚、障害物判断距離L21は例えば次の式により求められる。

【0126】

【数12】

$$L21 = \frac{1}{2\mu g} \cdot (V0^2 + V0 \cdot V1 + V1^2)$$

但し、V0：自車速

V1：相対速度

μ ：路面の摩擦係数

それから、ステップS171において走行路の白線部についての推定値R1, Rrが優先される場合であっても、障害物判断距離L21内でのみ走行路の白線部についての推定値R1, Rrを優先し、障害物判断距離L21を越えれば、進行路についての推定値R11を優先して、それを越える部分については推定値R11を優先して障害物判断領域を設定して(ステップS173)、リターンする。

【0127】従って、図35に示すように、障害物判断の要求が特に高い障害物判断距離L21までは、走行路の白線部についての推定値(曲率半径)R1, Rrを優先して領域の設定をすることとなり、むやみに障害物判定領域を大きくすることがないので、効率よく障害物判断

をすることができる。

【0128】尚、ステップS161において進行路についての推定値(曲率半径)R11が優先される場合には、障害物判断距離内でも、障害物判断距離を越えても、進行路についての推定値R11が優先される。

【0129】(13)障害物の大きさに基づく補正

図36に示すように、スタートすると、まず、走行路についての推定値R1, Rr, R11がすべて略等しいか否かを判定し(ステップS181)、等しければステップS182に移行し、相対速度V1が自車速V0以下であるか否かを判定する一方、等しければ、直ちにリターンする。

【0130】相対速度が自車速より小さいと、接近しているのので、ステップS183に移行し、障害物の幅が所定値より小さいか否かを判定する一方、小さくないと、障害物とならないので、推定値R11を優先し(ステップS184)、走行路を設定し(ステップS185)、リターンする。

【0131】また、障害物の大きさが所定値以下であれば、推定値R1, Rrを優先し(ステップS186)、走行領域を設定し(ステップS185)、リターンする。

【0132】(9)左右の白線部の曲率半径のうち一方のみが、車両状態量による曲率半径に一致する場合の制御
尚、本例は、走行路推定手段によって推定された走行路の左白線部についての推定値R1が進行路推定手段によって推定された進行路についての推定値R11に等しく、かつ右側白線部についての推定値Rrが検出不能である場合について説明する。

【0133】具体的には、図37に示すように、スタートすると、例えば走行路推定手段によって推定された走行路の左白線部についての推定値R1が進行路推定手段によって推定された進行路についての推定値R11に等しく、かつ右白線部についての推定値Rrが検出不能であるか否かを判定する(ステップS191)。

【0134】YESであれば、走行路の左白線部についての推定値R1の正否判定を行うために、右側のスキャンエリアを左側にシフトし(ステップS192)、Rrが検出されるか否かを判定する(ステップS193)一方、NOであれば、そのままリターンする。

【0135】ステップS193の判定において、YESであれば、白線部と自車との横方向の偏差である現在偏差による判定で、推定値R1が正しいか否かを判定し(ステップS194)、正しければ、車線左を走行しているいわゆる車線またぎで、現在は右の白線部を検出することができないと判断して(ステップS195)、推定値R1, Rrにより走行路を推定して、リターンする一方、NOであれば、推定値R1を基準に、白線の過去の履歴を利用して車線幅を推定し(ステップS196)、リターンする。

【0136】

【発明の効果】請求項1に係る発明は、上記のように、各走行路推定手段により推定された走行路の信頼度を信頼度演算手段によって演算し、その結果により、各走行路推定手段により推定された走行路の信頼度に基づいて、走行領域推定手段によって走行領域を最終的に決定するようにしているので、複数の走行路推定手段を有する場合に、各推定手段による推定値が異なる場合であっても、走行路を推定することができる。

【0137】請求項2に係る発明は、画像処理に基づき路面上の白線部を検出し、該白線部に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定するように構成しているので、走行領域を広範囲に亘って推定することができる。

【0138】請求項3に係る発明は、車両状態量に基づき自車が今後走行すると予想される走行路を推定するようにしているので、白線部がない道路においても、走行路の推定をすることが可能となる。

【0139】請求項4に係る発明は、推定された走行路の信頼度に基づいて、各走行路推定手段により推定された走行路の重み付けを行い、その重み付けを考慮して、推定された走行路を平均化して走行領域を最終的に推定するようにしているので、複数の走行路推定手段を有する場合に、各推定手段による推定値が異なる場合であっても、走行路を精度よく推定することができる。

【0140】請求項5に係る発明は、推定された走行路の信頼度を比較し、その結果に基づき、信頼度の最も高い走行路に基づき走行領域を推定するようにしているので、複数の走行路推定手段を有する場合に、各推定手段による推定値が異なる場合であっても、走行路を精度よくかつ簡単に推定することができる。

【0141】請求項6に係る発明は、推定された走行路の変化率に基づいて、信頼度を演算することができる。

【0142】請求項7に係る発明は、推定された走行路の検出率に基づいて、信頼度を演算することができる。

【0143】請求項8に係る発明は、白線部を構成すると推測される白線候補点と画像処理によるスキャン範囲との比率に基づいて、信頼度の高いものを、走行路として選択することができる。

【0144】請求項9に係る発明は、白車と白線部との横方向の偏差の比較に基づいて、信頼度の高いものを走行路として選択することができる。

【0145】請求項10に係る発明は、白線部を構成すると推測される白線候補点の数、白車と白線部との横方向の偏差に基づいて、信頼度を演算することができる。

【0146】請求項11に係る発明は、ヘッドランプの状態に応じて、第1走行路推定手段により推定する走行領域を補正するようにしているので、ヘッドランプの状態に応じて、精度よく走行領域を推定することができる。

【0147】請求項12に係る発明は、白線部の輝度と

路面の平均輝度との差が所定値よりも小さいときに、推定禁止手段によって第1走行路推定手段による推定を禁止するようにしているので、誤検出を防止することができる。

【0148】請求項13に係る発明は、左右の白線部の曲率半径の絶対値が等しくかつ符号が異なり、左右の白線部の変化率により白線認識にエラーがないと判断されたとき、ピッチ角補正手段によって、第1走行路推定手段のCCDカメラと道路との相対ピッチ角を補正するようにしているので、CCDカメラのピッチ角のエラーによる影響をなくすることが可能である。

【0149】請求項14に係る発明は、走行路推定手段による左右白線の推定値のうち一方の推定値が第2走行路推定手段による推定値に等しく、かつ他方の推定値を利用できないとき、走行領域推定手段によって、上記一方の推定値について正否判定が行われ、正しいときは第1走行路推定手段による上記一方の推定値が、正しくないときは第2走行路推定手段による推定値が優先されるようにしているので、上記他方の推定値を利用できないときでも、走行路の推定が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】自動車の斜視図である。

【図2】制御系のブロック図である。

【図3】コントロールユニットのブロック図である。

【図4】障害物検知の処理の流れを示す流れ図である。

【図5】走行路推定の基本制御を示す流れ図である。

【図6】逆光判定の制御を示す流れ図である。

【図7】車両状態量に基づく進行路推定のサブルーチンを示す流れ図である。

【図8】先行車両に基づく進行路推定のサブルーチンを示す流れ図である。

【図9】画像処理に基づく走行路推定のサブルーチンを示す流れ図である。

【図10】CCDカメラのピッチ角補正の説明図である。

【図11】CCDカメラのピッチ角補正のサブルーチンを示す流れ図である。

【図12】信頼度演算のサブルーチンを示す流れ図である。

【図13】同流れ図である。

【図14】推定値の変化率と信頼度との関係を示す図である。

【図15】白線部の実線と破線との説明図である。

【図16】信頼度が高いものを決定する制御のサブルーチンを示す流れ図である。

【図17】同流れ図である。

【図18】信頼度演算のサブルーチンを示す流れ図である。

【図19】多数決により推定値を決定する制御の流れ図である。

- 【図 20】 推定値の関係を示す図である。
 【図 21】 推定値の関係を示す図である。
 【図 22】 推定値の関係を示す図である。
 【図 23】 推定値の関係を示す図である。
 【図 24】 推定値の関係を示す図である。
 【図 25】 推定値の関係を示す図である。
 【図 26】 変形例を示す流れ図である。
 【図 27】 ヘッドランプ補正のサブルーチンを示す流れ図である。
 【図 28】 ヘッドランプ補正の説明図である。
 【図 29】 同説明図である。
 【図 30】 白線候補点の検出距離の説明図である。
 【図 31】 白線候補点の検出距離に基づく補正のサブルーチンを示す流れ図である。
 【図 32】 レーザデータによる補正のサブルーチンを示す流れ図である。
 【図 33】 レーザデータによる補正の説明図である。
 【図 34】 障害物判断距離による補正のサブルーチンを*

* 示す流れ図である。

【図 35】 同説明図である。

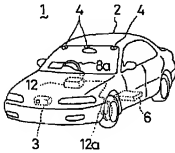
【図 36】 障害物の大きさ等に基づく補正のサブルーチンを示す流れ図である。

【図 37】 車線またぎの判定のサブルーチンを示す流れ図である。

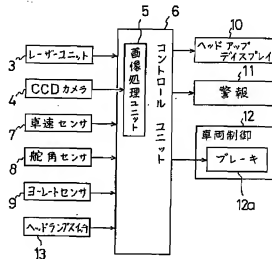
【符号の説明】

- 1 自動車
 6 コントロールユニット
 10 6A 障害物検出手段
 6B 第2走行路路推定手段
 6C 第1走行路推定手段
 7 車速センサ
 8 舵角センサ
 9 ヨーレートセンサ
 27 信頼度演算手段
 28 走行領域設定手段
 30 領域補正手段

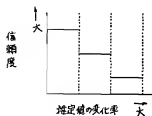
【図 1】



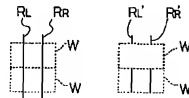
【図 2】



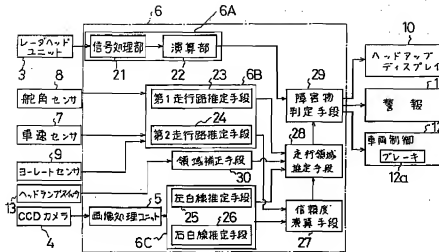
【図 14】



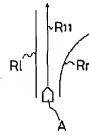
【図 15】



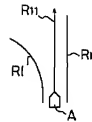
【図3】



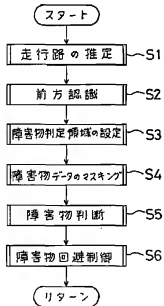
【図22】



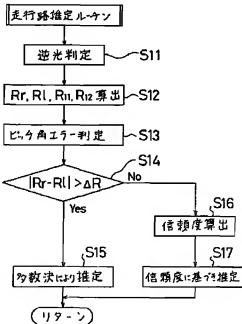
【図23】



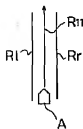
【図4】



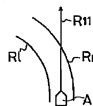
【図5】



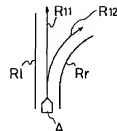
【図20】



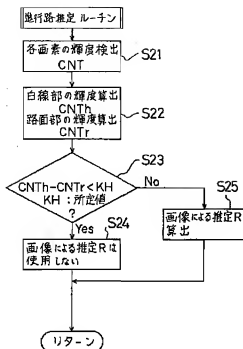
【図21】



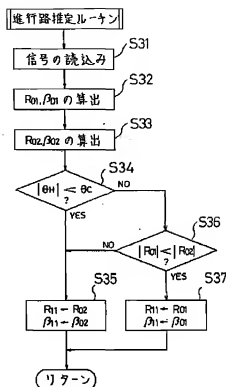
【図24】



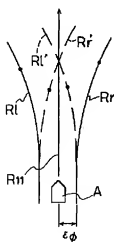
【図6】



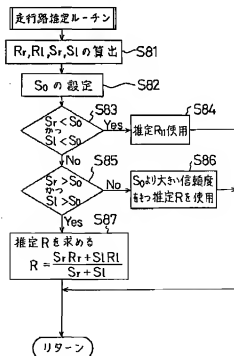
【図7】



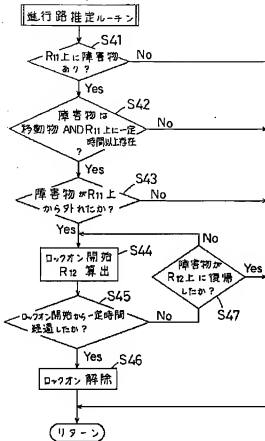
【図10】



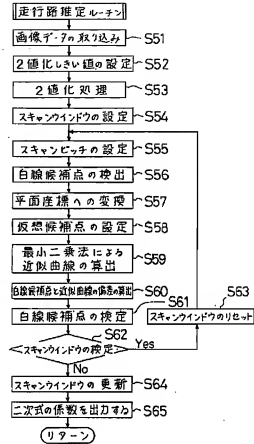
【図12】



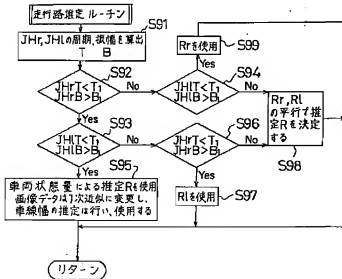
【図8】



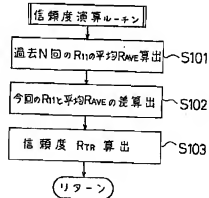
【図9】



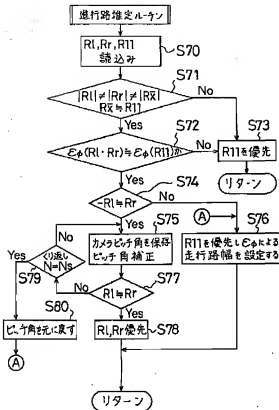
【図16】



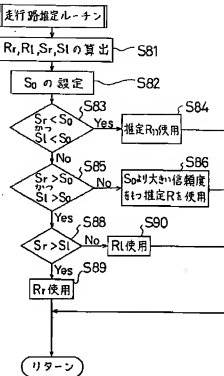
【図18】



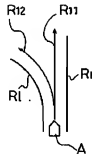
【図11】



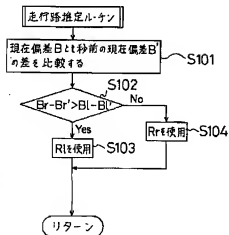
【図13】



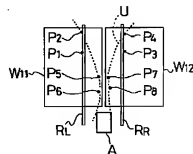
【図25】



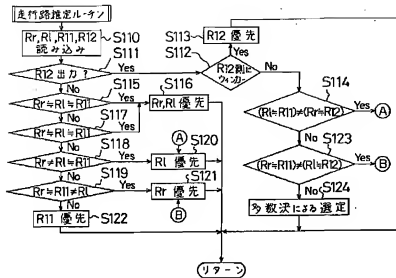
【図17】



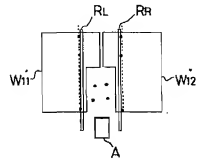
【図28】



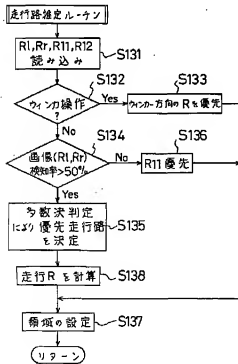
【図19】



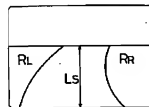
【図29】



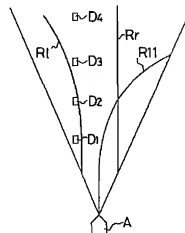
【図26】



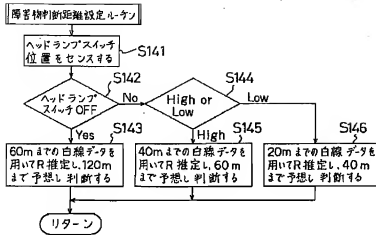
【図30】



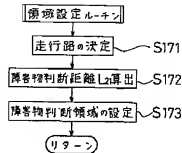
【図33】



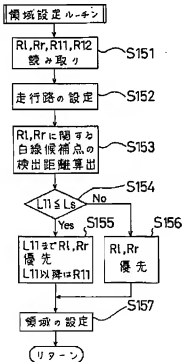
【図27】



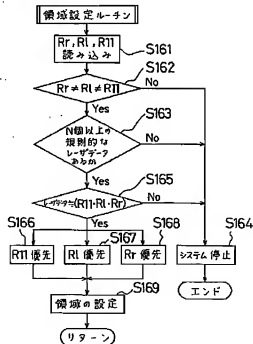
【図34】



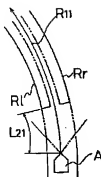
【図31】



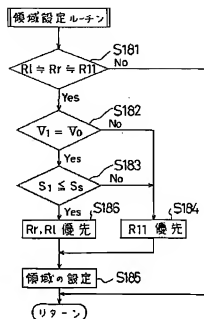
【図32】



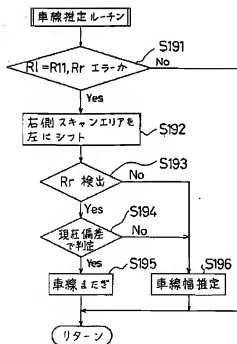
【図35】



【図36】



【図37】



フロントページの続き

(72)発明者 足立 智彦
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
株式会社内

(72)発明者 中植 宏志
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
株式会社内